



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Tanindrazana - Fahafahana – Fandrosoana

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PÊCHE



Collection documents de travail BVPI/SCRiD/FOFIFA/TAFA

Document de travail n° 11

**DIAGNOSTIC DE L'INCIDENCE
DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ PLUVIAL
DANS LA REGION DU VAKINANKARATRA**

Rakotonindraina Toky Fanambinana (Paris XII),
Sester Mathilde (UR SCA/SCRiD) et Penot Eric, Umr Innovation

Février 2010



DIAGNOSTIC DE L'INCIDENCE DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ PLUVIAL DANS LA REGION DU VAKINANKARATRA

Introduction

Madagascar est incontestablement un pays rizicole avec une consommation évaluée à 138 kg par habitant et par an en milieu rural et à 118 kg en milieu urbain (UPDR/FAO, 2000). La culture du riz est la principale filière vivrière du pays. Pour assurer la production en riz, les riziculteurs malgaches pratiquent principalement le système de riziculture aquatique des bas fonds. Malheureusement, ce système subit actuellement de contraintes physiques inéluctables. En effet, les surfaces rizicoles des bas fonds sont à présent en état de sursaturation à cause de la pression foncière liée à une croissance démographique galopante. On assiste ainsi à une diminution et à une dégradation de leur fertilité par l'épuisement du sol. Par ailleurs, ces terres inondées sont victimes des dégradations de l'environnement qui engendrent des phénomènes d'érosion diminuant davantage les surfaces cultivables. Le report de la culture du riz sur les collines par le système de culture pluvial constitue une possibilité d'extension des surfaces afin de subvenir aux demandes de la consommation croissante. Mais l'aboutissement de cette alternative passe, entre autre, par la capacité du système à s'adapter au milieu et à lutter contre ses ennemis naturels, notamment les maladies et les ravageurs.

Le diagnostic agronomique vise à identifier *a posteriori* les caractéristiques du milieu et du système de culture ayant influé sur la production d'un peuplement végétal cultivé. Appliqué dans une région sur un échantillon représentatif de parcelles d'agriculteurs, il permet de hiérarchiser les facteurs et les conditions limitant de la production dans les conditions locales, et donc de définir les actions prioritaires à entreprendre, en matière de conseil technique ou de programmes expérimentaux. » (Meynard *et al*, 1992). Cette étude contribue à l'amélioration du système de culture du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra. L'objectif du stage est de réaliser un diagnostic de l'incidence de la pyriculariose dans cette région. Il nous semblait intéressant d'expliquer dans un premier temps, le cadre d'étude à savoir la région d'intervention, mais aussi de réaliser un bilan des connaissances sur l'interaction entre le système de riziculture et la pyriculariose du riz. Ensuite, nous exposerons les démarches entreprises pour les suivis de terrain et les enquêtes effectuées pour la collecte des données. Enfin, après traitement et analyse de ces données, nous discuterons des résultats obtenus.

1 La riziculture à Madagascar et la place de la riziculture pluviale

On peut distinguer 3 grands systèmes de rizicultures à Madagascar :

- ❑ La riziculture irriguée
- ❑ La riziculture pluviale
- ❑ Le *tavy* ou culture sur brûlis

Environ 80 % des terres rizicoles sont cultivées en système de culture irriguée. Le *tavy* et le riz pluvial représentent respectivement environ 11 % et 10 % des surfaces (UPDR FAO, 2000).

La riziculture malgache est confrontée à des contraintes physiques, socio-économiques et institutionnelles (UPDR/FAO, 2000). Les contraintes socio-économiques concernent le faible niveau d'équipement, la rareté et la cherté du crédit, l'insécurité foncière, la segmentation du marché du riz, l'aversion pour le risque ainsi que la concurrence du marché international (Chauvigne, 2005). Les contraintes d'ordre institutionnel apparaissent au niveau de la politique fiscale longtemps pénalisante, ou encore du laborieux processus de décentralisation. Cependant, ces contraintes sont réversibles et peuvent être levées quand on prend les contre-mesures. Ainsi à Madagascar, face à la demande croissante en riz et aux limites de la riziculture irriguée, la riziculture pluviale offre des perspectives de développement intéressantes et apparaît comme une bonne alternative à la riziculture aquatique.

Le système de riziculture pluviale est favorable aux exploitations disposant de peu de parcelles dans les bas fonds ou de celles victimes des ensablements car il permet l'extension de la culture de riz sur les *tanety* qui sont encore disponibles. En outre, bien que les rendements fussent relativement faibles au début, les paysans ont pris la riziculture pluviale comme une opportunité de palier à l'inexploitation des zones d'altitude. Ces mauvais rendements, dus à l'utilisation de variétés et de techniques inappropriées, ont accéléré la recherche en vue d'améliorer les capacités de production des riziculteurs pluviaux. En effet, différents projets de recherche ont vu le jour. Le « Programme Riz d'Altitude » (PRA) initié en collaboration par le FOFIFA (Centre National de Recherche Appliquée au développement Rural) et le CIRAD (Centre de Coopération Internationale de recherche Agronomique pour le Développement) en 1984, a proposé la vulgarisation de variétés de riz pluvial performantes adaptées aux contraintes physiques des Hautes Terres.

La riziculture pluviale comporte néanmoins un certain nombre de contraintes : La préparation du sol représente un investissement important lors de la première campagne, elle nécessite l'épandage de fertilisants organique et chimique qui corrigent les carences et les toxicités spécifiques aux sols tropicaux. D'autre part, le riz pluvial constitue un mauvais précédent du riz pluvial, c'est-à-dire qu'il doit être intégré dans une rotation avec d'autres cultures afin de profiter d'un milieu organique favorable. Les riziculteurs pluviaux ne peuvent pas utiliser les pratiques du repiquage et de l'immersion qui limitent la prolifération des adventices en riziculture inondée. Ils doivent avoir recours à des interventions manuelles ou chimiques pour maîtriser l'invasion des mauvaises herbes. La riziculture pluviale nécessite ainsi un fort investissement en temps et certaines mauvaises herbes sont très difficiles à éliminer comme le *Striga*, très présent dans le Moyen Ouest de Madagascar (Rasolofo *et al*, 1998). La sécheresse est aussi une contrainte déterminante car ce système est dépendant du climat pour son alimentation hydrique. Des pluies irrégulières, soit peu abondantes, soit trop abondantes peuvent compromettre l'ensemble de la récolte.

Des problèmes de bio-agresseurs peuvent apparaître dans les rizicultures pluviales. On peut citer les insectes terricoles comme les coléoptères *Heteronychus plebeijus* qui entraînent des dégâts considérables à la levée. La plupart du temps, une protection des semences (traitement du sol et/ou semences) au début du cycle est la seule solution à ce problème. Les maladies, en particulier la pyriculariose, peuvent infliger des pertes considérables de rendement (Awoderu *et al*, 1981)

2 La pyriculariose

La pyriculariose est une maladie fongique attaquant la culture de riz (*Oryza sativa* L.). C'est l'une des plus anciennes maladies du riz universellement connues. Elle a été déjà mentionnée et décrite dans des documents chinois datés de 1637 (Ou, 1985). On peut la rencontrer dans toutes les zones rizicoles de tous les continents. C'est également la maladie du riz la plus répandue au monde (Notteghem, 1981). Elle représente l'une des maladies les plus dangereuses pour la culture de riz car elle peut causer des pertes importantes de rendement pouvant engendrer la destruction totale de la récolte (Awoderu et al, 1981). Dans la littérature, Rasolofo et al (1986) ont mentionné que la pyriculariose a été observée pour la première fois à Madagascar en 1951 par Séchet et a été ensuite signalée par Barat en 1957. Les paysans malgaches lui ont attribué divers noms vernaculaires. A titre d'exemple, elle est communément désignée sous le nom de « *Menalavitra* » par les paysans du Lac Alaotra, et elle a été dénommée « *Matifotsy* » dans la région des Hautes Terres.

L'agent pathogène qui en est la cause est un champignon appelé par Cavara en 1891 *Pyricularia oryzae* (Ou, 1985). Il est plus connu actuellement sous le nom de *Magnaporthe oryzae* (Rossman, 1990). Son appareil végétatif est constitué d'un thalle à hyphes cloisonnés : il appartient à la Super Classe des Septomycètes. La reproduction sexuée (Fig.1) produit des ascospores contenus dans des asques (Ou, 1985).

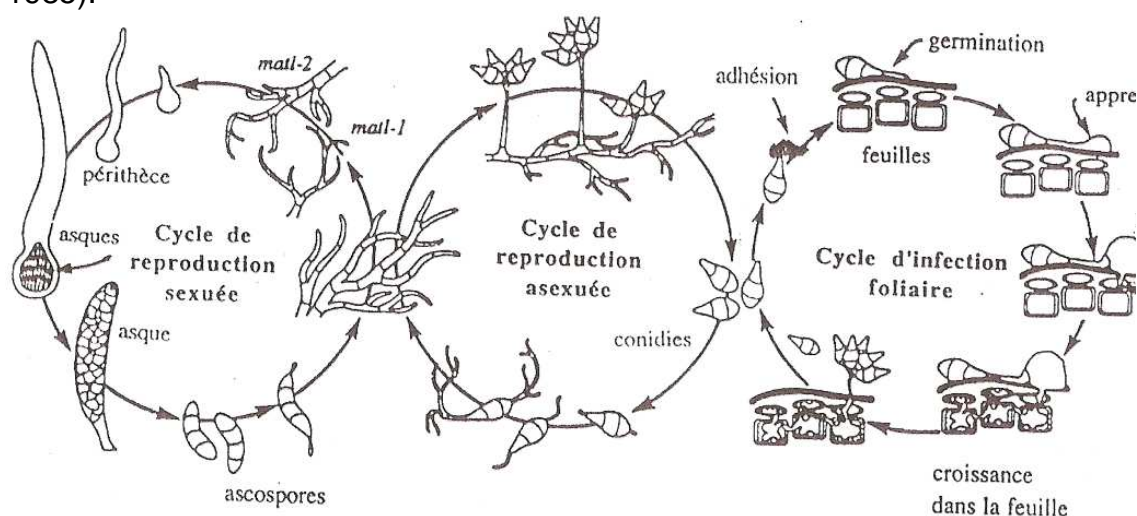


Figure 1 Cycle biologique de reproduction sexuée, asexuée, et cycle d'infection foliaire *M. Oryzae*. D'après Dobinson et Hamer, 1991 in (Ratsimba 2005)

Seul le mode de reproduction asexué peut être observé dans la nature. Quand les conditions sont favorables, les mycéliums produisent des conidies qui vont être dispersées et déposées sur les feuilles des plants de riz (Fig. 1). Les gouttes d'eau et le vent sont les vecteurs principaux (Roger, 1990). En présence d'eau, la conidie va germer en produisant un tube germinatif qui se différencie en un appressorium. Ce dernier permet au champignon de percer et de pénétrer la cuticule foliaire. L'hyphes mycéliennes s'implante ensuite dans les tissus foliaires et assurera ainsi son développement au détriment des cellules de la plante hôte. Les lésions, visibles 5 à 6 jours après l'infection, sporulent et libèrent des conidies qui assurent la dissémination du champignon. Une lésion typique peut produire jusqu'à 6000 conidies par nuit

pendant six jours (Ou, 1981). Le champignon est polycyclique, chaque cycle de reproduction, depuis l'infection par une conidie jusqu'à la production de nouvelles conidies par la lésion formée dure entre 7 et 10 jours (Rakotoarisoa, 2006).

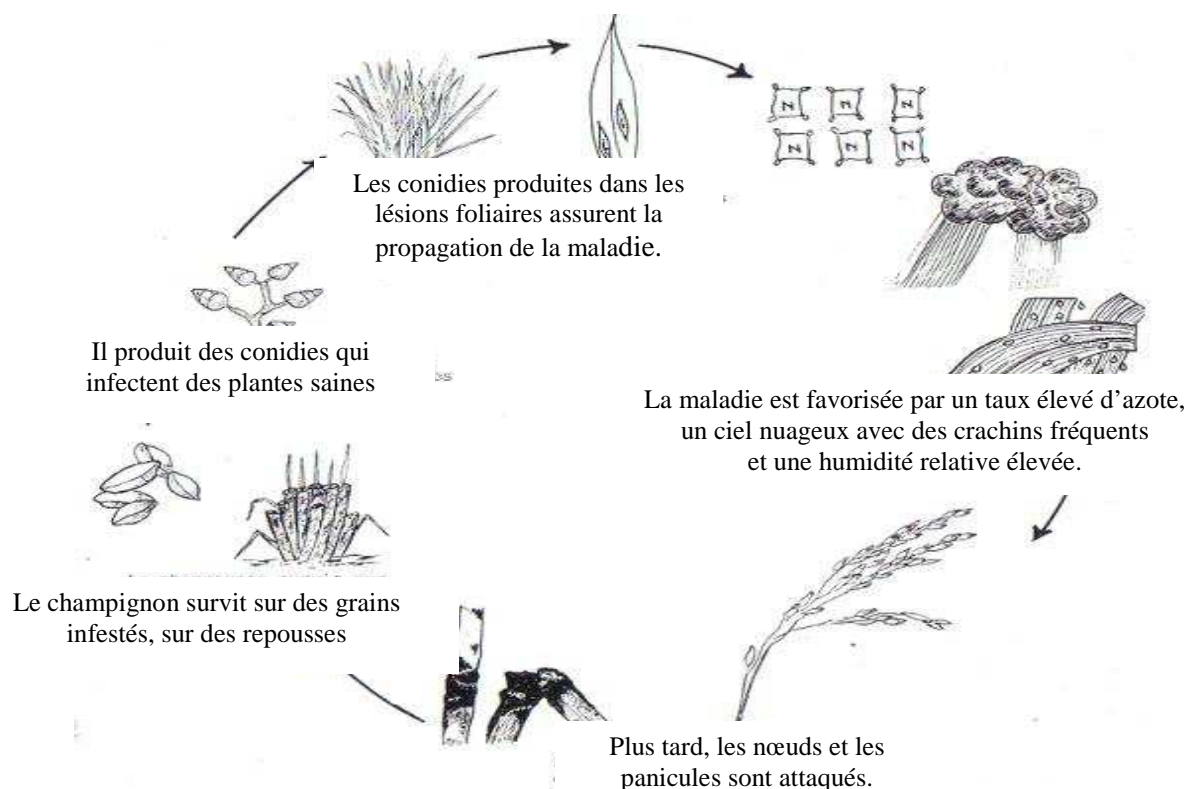


Figure2 : Cycle biologique de la pyriculariose du Riz (DPV et GTZ, 1990).

Au fur et à mesure de l'avancement du stade végétatif du riz, les conidies peuvent contaminer d'autres organes comme les nœuds, les panicules ou les grains (Fig. 2). On distingue différents symptômes en fonction de l'organe attaqué. A la fin de la saison, le champignon survit sur les grains infectés ou sur les pailles (Fig. 2) des plants infectés (DPV et GTZ, 1990).

Conditions de développement de la maladie.

Seule la reproduction asexuée a été observée dans la nature. Cette phase de multiplication survient lorsque les conditions sont favorables.

Ces conditions dépendent de deux facteurs :

- Les facteurs environnementaux
- Les facteurs relatifs au couple hôte-parasite

La température optimale de germination et du pouvoir d'infection des conidies est comprise entre 18° C et 26° C (Andriantsimalona, 2 004). Par ailleurs, une humidité relative de l'air supérieure à 90 % est nécessaire pour la germination des conidies et pour assurer la sporulation (Chevaugéon *et al*, 1981). L'eau libre à la surface foliaire est nécessaire pour le dépôt, la germination et l'optimisation de l'infection par la conidie (OU, 1981). Une plus longue durée de rosée et la présence d'un temps nuageux avec des pluies fréquentes ou des crachins fréquents constituent un temps idéal pour le champignon. Cependant, lors d'une période de manque d'eau, le riz est

soumis à un stress hydrique qui peut aggraver les attaques de la maladie (Akator, 1981). Enfin, des études faites en Thaïlande ont révélé que la présence des conidies dans l'air est accentuée pendant la saison des pluies (Andrianarisoa, 1970).

Des essais menés au Lac Alaotra ont montré que l'incidence de la pyriculariose est liée au type de sol car ce dernier joue un rôle capital sur la sensibilité de la plante à la maladie. Sur les trois principaux types de sol du Lac Alaotra où une infection naturelle arrivait au cours de l'expérimentation, l'incidence de la maladie était plus élevée sur sol organique, diminuait fortement sur sol alluvionnaire et le développement de l'épidémie était minime sur sol minéral à textures argilo-sableuses (Andriantsimalona, 2004). Des observations similaires ont été réalisées dans les rizières des Hautes Terres avec des attaques élevées de pyriculariose sur sol organique (Andriantsimalona, 2004).

Le champignon utilise l'azote des feuilles de son hôte pour se développer. Un fort apport de fumure azotée favorise ainsi le développement de la maladie. Il est connu généralement que la maladie prend de l'importance avec l'emploi de fertilisation azotée (Ou, 1985). Par ailleurs, l'application d'une dose élevée d'azote diminue l'hémicellulose et la lignine dans la paroi cellulaire du plant de riz. Son mécanisme de résistance est ainsi affaibli et le développement de la maladie est accentué. En outre, une fertilisation azotée élevée réduit significativement la teneur en composés phénoliques qui sont toxiques pour le pathogène. Roger (1990) a également mentionné que le taux de silice dans les cellules épidermiques joue un rôle mécanique de résistance à la pénétration des pathogènes. Un fort apport de fertilisation azotée entraîne la diminution de ce taux, augmentant ainsi la vulnérabilité de la plante à la maladie.

Les facteurs relatifs au couple hôte parasite

La rapidité de l'extension de la pyriculariose dépend de la sensibilité de la plante hôte, liée aux facteurs de résistance de cette plante, mais aussi à son état physiologique, comme nous l'avons mentionné plus haut. La rapidité d'adaptation de l'agent pathogène rend cependant l'approche variétale délicate. En effet, certaines variétés largement diffusées sur les Hautes-Terres sont devenues très sensibles en quelques années, par adaptation de la population de *Magnaporthe*.

Moyens de lutte contre la pyriculariose

Les moyens de lutte contre la pyriculariose consistent à réduire le risque d'infection des plantes par la maladie. Ces moyens sont soit préventifs, soit curatifs.

Lutte prophylactique

Il s'agit de pratiques culturales et agronomiques qui réduisent au maximum les conditions de développement du pathogène :

- semis non dense avec des semences saines et / ou traitées (Angladette, 1966). Un semis trop dense peut entretenir un microclimat chaud et humide dans le couvert, favorable au risque d'infection.
- La rotation des cultures pour éviter la réserve d'inoculum dans le sol (Angladette, 1966).
- Eviter l'enfouissement des pailles de riz issues de plants infectés pour ne pas constituer des réserves d'inoculum.

- détruire les chaumes et les graminées sauvages hôtes de *Magnaporthe oryzae* pendant l'inter saison (Angladette, 1966).
- éviter l'excès de fertilisation azotée en faisant des apports raisonnés et fractionnés.

L'utilisation de variétés résistantes est également un bon moyen préventif contre la pyriculariose. La lutte génétique constitue en effet un moyen de lutte contre cette maladie. Mais la durabilité des résistances variétales est parfois compromise par l'adaptation du champignon. Des travaux de recherche de variétés résistantes contenant des résistances durables sont en cours. De tels travaux consistent à identifier les gènes de résistance efficaces dans une région et à les introduire et / ou à les accumuler dans des variétés adaptées à la région. Les populations de *Magnaporthe oryzae* sont également étudiées pour connaître leurs spectre de virulence afin d'adopter les stratégies adéquates contre ce pathogène. (Andriantsimialona, 2004)

Les luttes curatives

Il s'agit en général de l'utilisation des fongicides par trempage des semences ou traitement des plants par pulvérisation. Ces moyens de lutte ne sont pas disponibles à Madagascar et leur utilisation est trop coûteuse pour les agriculteurs.

3 Présentation générale de la zone d'étude : le Vakinankaratra.

La zone d'étude est la région du Vakinankaratra. Elle fait partie des Hautes Terres centrales de Madagascar et se trouve dans la province d'Antananarivo. Elle s'étend sur une surface de 17 496 km², ce qui représente 27% de celle de la province. Le climat est de type tropical d'altitude, caractérisé par l'alternance annuelle d'une saison chaude et pluvieuse d'octobre à avril, et d'une saison fraîche et sèche de mai à septembre (Fig. 4). Il existe une variabilité thermique selon le relief. Dans les parties élevées de l'Est et du Centre, les températures moyennes annuelles se situent autour de 13°C avec des maxima de 25°C et des minima de 0°C. Dans le Moyen Ouest, on enregistre une moyenne annuelle de température de 21°C avec des maxima de 38°C et des minima de 10°C (MAEP/UPDR, 2003). Les précipitations tombent entre octobre et avril, mais le pic se trouve entre décembre et mars. Néanmoins, il faut noter que les précipitations sont plus concentrées à l'Ouest alors qu'elles sont mieux étalées à l'Est. Les précipitations les plus attendues sont celles du dernier trimestre de l'année car elles permettent de semer les cultures pluviales pour bénéficier des températures favorables pendant les périodes critiques (MAEP/UPDR, 2003). Une étude de Rollin, citée par Guyou (2003) a mentionné que les températures minimales absolues dans la région du Vakinankaratra peuvent descendre en dessous de 0°C. Le nombre de jours de gel et de températures négatives dépend de l'altitude. Entre avril et octobre, on compte 1 à 10 jours de gel entre 1400 m et 1600 m et 10 à 20 jours entre 1600 m et 1800m.

La région possède une diversité de conditions agro-climatiques riche permettant une large gamme de cultures. Les produits vivriers (maïs, pomme de terre, haricot, soja, patate douce, arachide, riz) constituent la majeure partie des cultures. Elles

représentent 90 % des surfaces cultivées de la région, dont 30 % de rizières (Chauvigne, 2003). En 2003, l'autoconsommation représentait 79 % de la production rizicole (Chauvigne, 2003). Le Vakinankaratra est une région essentiellement rurale dans laquelle on dénombre environ 200 000 familles paysannes (Chauvigne, 2003). La densité globale de la population est de 77, 53 habitants au km². Environ 78 % de la population réside en milieu rural (MAEP/UPDR, 2003).

4 Objectifs de l'étude

Les perspectives d'extension de la riziculture pluviale sont considérables à Madagascar avec un potentiel de plus de 50 % des *tanety* (ou collines) cultivables sur l'ensemble du Territoire (Chauvigne, 2005). Grâce aux différents projets de recherche menés ces dernières décennies notamment sur la création de variétés de RP d'altitude, la riziculture pluviale est en plein essor sur les Hautes Terres malgaches y compris dans la région du Vakinankaratra. Malheureusement, cette intensification en marche est accompagnée d'une aggravation des maladies fongiques telles que la pyriculariose. En effet, la région du Vakinankaratra possède une large gamme de combinaisons de conditions climatiques et de types de sols favorables au développement de cette maladie.

C'est dans ce contexte que l'URP-SCRiD, dans sa dynamique de recherche pour un développement durable du système rizicole, a entrepris des études sur la protection du riz pluvial contre ses bio agresseurs notamment la pyriculariose. L'objectif de cette étude est la réalisation d'un « diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra » ; i) détecter la présence et faire un état des lieux de la maladie à travers toute la région en définissant des règles de décision pour déterminer les parcelles à visiter et ii) mettre en évidence les caractéristiques du milieu et du système ayant influé sur son incidence.

5 Méthodologie

5.1 Critères de choix des sites d'étude

Pour le choix des sites à visiter et afin de bien quadriller cette zone, nous avons combiné 3 grands critères de choix :

- ❑ La présence et la répartition du riz pluvial
- ❑ La variabilité climatique
- ❑ La variabilité pédologique

Présence et répartition du riz pluvial dans le Vakinankaratra

Nous avons bénéficié d'un travail de Système d'Information Géographique (SIG) effectué sur la région. D'autre part, nous avons recueilli diverses données auprès d'organismes officiels concernant l'agriculture et le développement rural tels que le Service de la Protection des Végétaux (SPV) régional ou encore la Direction Régionale du Développement Rural (DRDR). Avec l'utilisation du logiciel de SIG « Map Info », nous avons pu rentrer les données les plus récentes dont la DRDR du

Vakinankaratra disposait sur la production du riz pluvial par commune dans la région (Fig. 3).

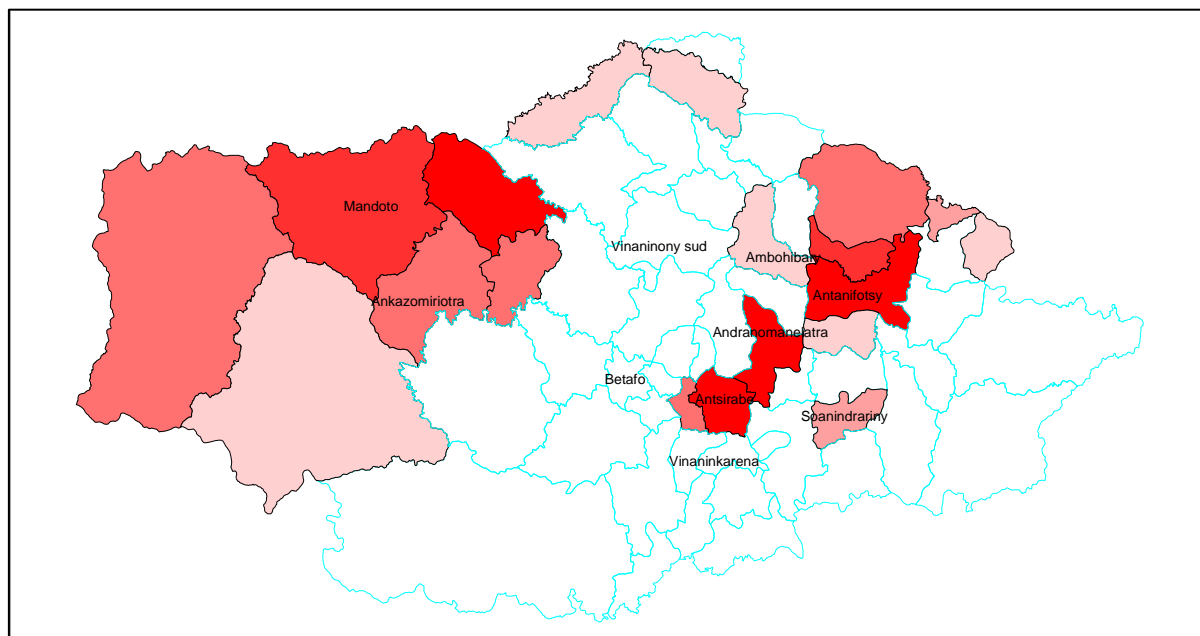


Figure 3 : Carte de la répartition du riz pluvial en fonction de la production par commune et les noms des communes faisant l'objet d'une visite de parcelles (carte issue de traitement par MapInfo)

Zonage climatique

En combinant avec la localisation du riz pluvial, la figure 4 montre que les deux principales zones mises en évidence disposent chacune des caractéristiques climatiques et microclimatiques bien distinctes : la zone Moyen Ouest est localisée dans la micro région climatique A, et la zone Centre –Est localisée dans la micro région climatique C (Fig. 4). Cependant, la figure 4 plus détaillée permet de mieux déterminer les subdivisions microclimatique intra zone. Ces dernières permettraient d'affiner le diagnostic de l'incidence de la maladie en fonction des différences de température et d'humidité qui peuvent être révélatrices des causes de l'importance de la maladie. A cette étape, la localisation des communes productrices de riz pluvial fait ressortir 4 types de microclimat (Fig. 6):

- ❑ A1 : 1500-1600 mm /an 17°C Est à 24°C Ouest ;
- ❑ A2 : 1200-1500 mm /an 19°C Est à 24°C Ouest ;
- ❑ C1 : 1400 mm / an micro-zone assez froide (minimum absolue de moins de 2,6 °C) ;
- ❑ C3 : 1350 mm / an 16 °C ;
- ❑ C5 : 1200-1300 mm /an 16-17 °C.

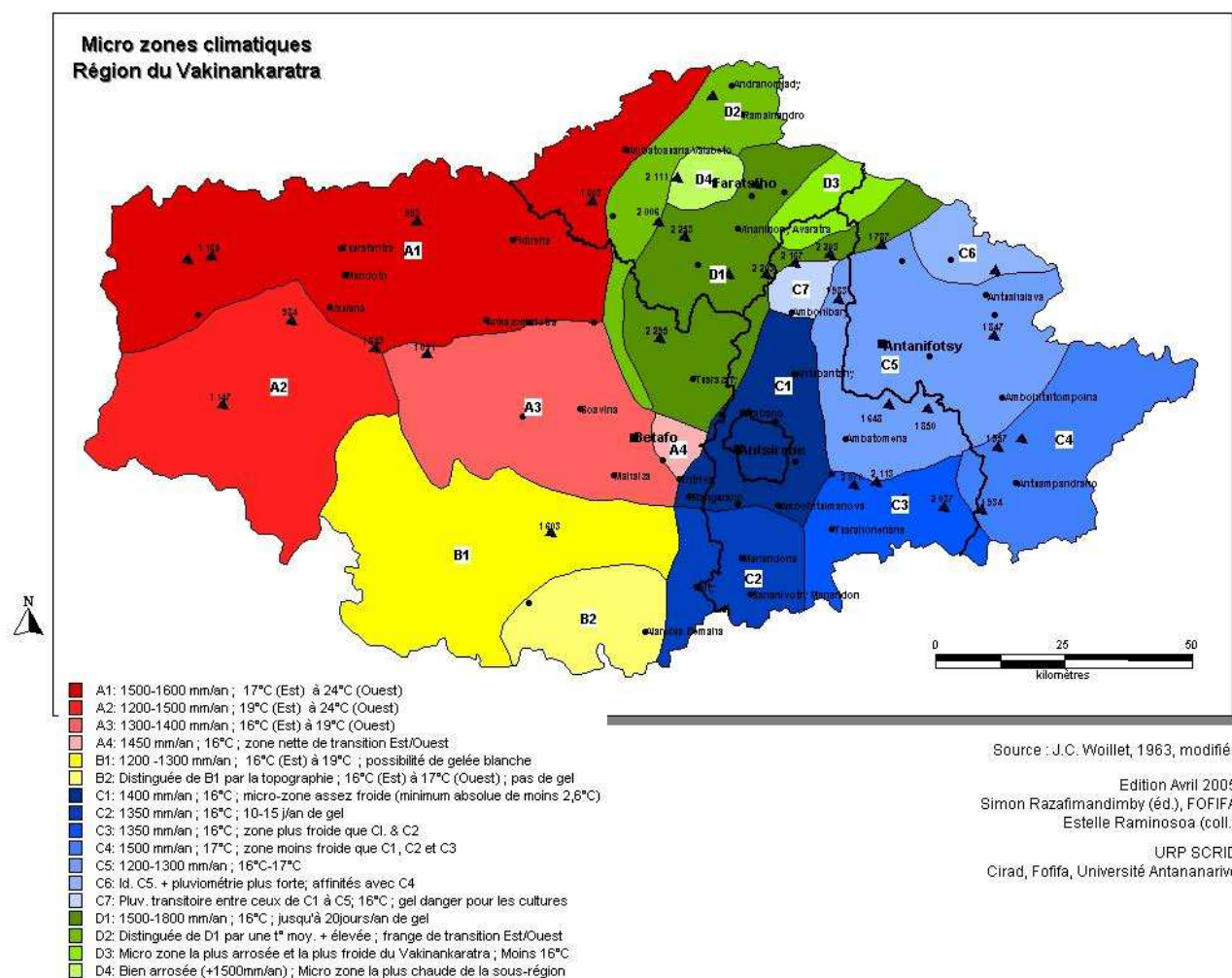


Figure 4 : Carte des subdivisions climatiques, ou micro zones climatiques.

Variabilité pédologique

La figure 5 illustre la carte de la variabilité pédologique de la région du Vakinankaratra. La superposition de la carte des rizicultures pluviales avec celle de la variabilité pédologique permet de distinguer principalement 4 types de sols pouvant rentrer en considération pour notre étude :

- type I : sols ferralitiques rouges au Moyen Ouest ;
- type II : association sols ferralitiques rouge / jaune rouge à l'Est légèrement orienté sud.
- type III : sols bruns eutrophes vers le Centre ;
- type IV : sols ferralitiques jaune rouge à l'Est légèrement orienté nord ;

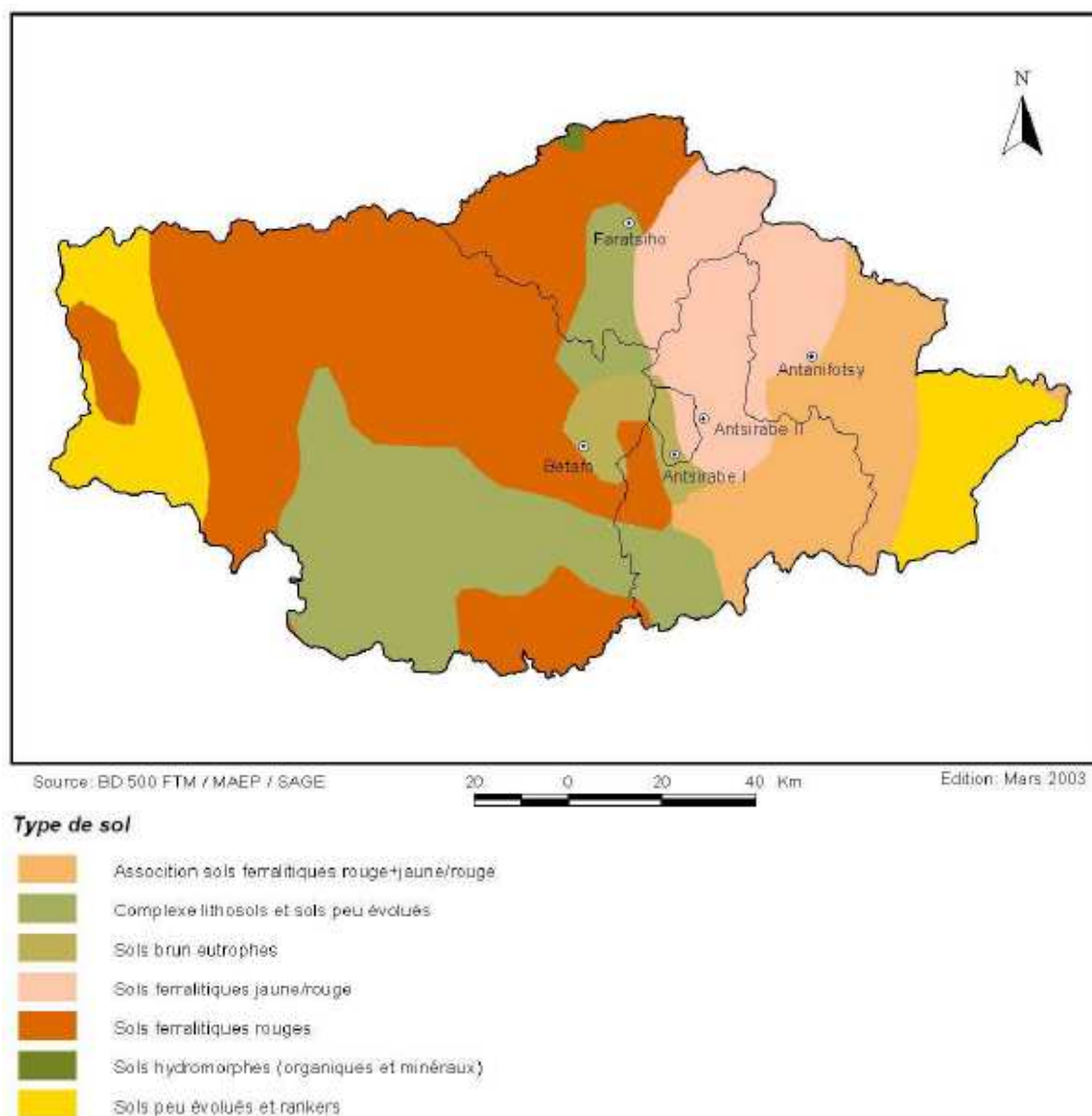


Figure 5 Carte de la variabilité pédologique de la région du Vakinankaratra

Echantillonnage des parcelles visitées dans les sites.

Deux méthodes ont été utilisées :

La première consiste à visiter sur un site donné un nombre aléatoire de parcelles. Sur le terrain, nous avons identifié globalement les différentes et les grandes diversités environnementales observables du milieu de la localité ou du terroir sur lequel nous allons effectuer la récolte des données de notre variable (c'est le pourcentage de panicules attaque par la pyriculariose dans chaque parcelle inspectée). Il s'agit d'un découpage selon le profil du milieu et la nature de son paysage. Ensuite, nous avons pris au hasard dans chaque différenciation identifiée une ou deux parcelles pour faire les observations de la maladie. Il faut noter néanmoins que pour cette méthode, nous avons surtout insisté pour avoir l'itinéraire technique des parcelles observées. En d'autres termes, pour cette première méthode, nous avons effectué un échantillonnage au hasard de parcelles tout en s'appuyant sur leurs itinéraires techniques. Ainsi, nous étions involontairement

orientés dans notre choix, car bien que les parcelles aient été prises au hasard, nous étions contraints de prendre celles où les propriétaires étaient présents pour avoir le maximum d'information sur l'itinéraire technique. En effet, outre les mesures et les observations faites sur le terrain, nous avons demandé, entre autre, des informations sur le précédent cultural, la nature et les doses de fertilisation azotée utilisée, le nom et l'origine de la variété cultivée, et les autres pratiques culturales réalisées par l'agriculteur susceptibles d'aider au diagnostic de l'incidence de la maladie.

Après réflexion au sein de l'unité de recherche sur le premier compte-rendu du travail de stage, nous sommes arrivés à une question critique : « Comment réduire les risques de passer à travers la maladie en effectuant le choix au hasard des parcelles ? » Nous avons ainsi adopté une deuxième méthode de visite des parcelles sur les sites choisis. Il s'agit d'inspecter systématiquement, et dans la mesure du possible, le maximum de parcelles dans la localité désignée. On privilégie de cette manière un meilleur état des lieux sur la présence ou l'absence de la maladie. Son incidence peut être tout de même calculée avec les mesures faites sur le terrain et le diagnostic sera fait sur les critères de choix de départ. Cependant, nous avons récoltés le plus d'informations possibles quand l'occasion nous a été offerte. On peut mentionner en outre que toutes les parcelles visitées ont été géo référencées par GPS ou Global Positioning System.

5.2 Evaluation de la maladie

Caractérisation du pathogène

Au moment où nous avons réalisé le travail sur le terrain, le stade du riz était déjà bien avancé. La phase de maturation était commencée, le remplissage des grains était déjà bien entamé. Nos suivis de pyriculariose se concentraient sur la pyriculariose paniculaire. La caractérisation du pathogène se fait par l'observation à l'œil nu des symptômes sur les parcelles. En fait, l'observation des symptômes de la pyriculariose paniculaire était un bon moyen pour caractériser le champignon car ils sont très spécifiques du pathogène.

Mesure et évaluation de la maladie

La saison du riz pluvial étant déjà bien avancée lors de cette période d'observation, nos mesures se sont focalisées sur les symptômes paniculaires. Les parcelles visitées sont des parcelles paysannes, elles sont souvent de petite taille. Nous avons ainsi l'opportunité de compter le nombre de panicules présentant des symptômes de la pyriculariose sur toute la totalité de la parcelle. Cependant, quand la parcelle était d'une taille relativement grande, nous avons effectué le comptage sur des échantillons de cette parcelle. Ces échantillons sont prélevés selon la variabilité observée sur le terrain. Aussi, nous avons pris les dimensions de la parcelle considérée pour pouvoir faire l'estimation de l'incidence de la maladie sur toute sa surface.

Pour cette étude, le diagnostic de l'incidence de la pyriculariose dans une parcelle donnée nécessite l'inspection générale de toute sa surface afin de déceler le moindre symptôme sur les panicules. C'est de cette manière qu'on en conclura si la maladie est présente ou absente. Il n'est pas rare de trouver qu'un petit nombre de

panicules malades dans une parcelle, mais ce fait permettrait d'affirmer que la maladie est présente dans la parcelle ou la localité considérée.

Incidence de la maladie

Nous avons utilisé le logiciel EXCEL pour effectuer les calculs de l'incidence et le traitement des données. L'incidence de la maladie pour chaque parcelle correspond au pourcentage de panicules présentant le symptôme de la pyriculariose par rapport au nombre total de panicules.

$$\text{incidence} = \frac{\text{Nombre de talles ou panicules infectées}}{\text{Nombre total de talles ou panicules}} \times 100$$

Le nombre de panicules infectées est obtenu par comptage sur toute la surface.

Le nombre total de panicules sur la parcelle est obtenu par la densité de la population par rapport à la surface totale de la parcelle considérée.

Le nombre total de panicules a été estimé par la formule suivante :

$$N = (L/A) * (I/B) * n$$

N : nombre total de panicules de la parcelle

L : longueur de la parcelle (en cm)

I : largeur de la parcelle (en cm)

A : écartement des poquets dans le sens de la longueur (en cm)

B : écartement des poquets dans le sens de la largeur (en cm)

n : nombre de panicules par poquet

Dans le cas où le riz a été semé en ligne au lieu d'être en poquet, A ou B est égal à 1 ou 2 cm selon le sens de la ligne de semis, et « n = 1 »

Résultats sur l'échantillonnage des parcelles

Le résultat des choix des sites l'échantillonnage des parcelles est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1 : Noms des sites choisis (communes) et nombres de parcelles visitées

		ZONAGE CLIMATIQUE				
		A1	A2	C1	C3	C5
DIFFERENTS TYPES DE SOLS	Type I	Ankazomiriotra Mandoto 21				
	Type II				Soanindrariny 40	
	Type III			Antsirabe 21		
	Type IV			Andranomanelatra 16		Antsapanimahazo Antanifotsy 61

Le tableau1 montre les différentes possibilités de sites pouvant exister dans la région du Vakinankaratra selon la combinaison des niveaux de facteurs ou de critères de choix que nous avons évoqués précédemment. Ces possibilités sont matérialisées par la couleur rouge. Les cases non colorées signifient que les trois critères ne sont pas satisfaits. La riziculture pluviale est dans ce cas absente. Les cases hachurées sont des modalités qui n'existent pas. En guise d'exemple, la combinaison « A1 / Type II » n'existe pas car le zonage climatique A1 concerne uniquement la région du Moyen Ouest et le type de sol qu'on y trouve, dans les zones rizicoles, est seulement du type I. Ce tableau montre également que nous nous sommes rendus sur tous les sites possibles pour y effectuer des échantillonnages de parcelles à inspecter, à l'exception de « A2 / Type I ». Cette zone nous a été fortement déconseillée en raison de l'insécurité de son secteur administratif (c'est l'une des quelques zones classées rouge à Madagascar à cause de l'insécurité). Au total, nous avons visité 168 parcelles à travers la région du Vakinankaratra dont 159 parcelles respectant les critères de choix. En effet, nous avons également visité 9 parcelles en dehors des zones déterminées. Ces parcelles sont situées dans des communes où la production en riz pluvial n'était pas encore enregistrée au moment des collectes de données utilisées pour le SIG. Nous avons visité ces parcelles quand l'opportunité nous a été offerte. Il s'agit de 4 parcelles localisées à Antsoso (Betafo), 4 à Vinaninkarenina et 1 à Vinaninony Sud.

6 Résultats des suivis de terrain

La visite des parcelles échantillonnées s'est faite en deux étapes. La première étape consistait à constater l'absence ou la présence de la maladie en observant les symptômes paniculaires qui sont bien caractéristiques de la pyriculariose. Ensuite, quand la présence de la maladie a été constatée, nous avons procédé au comptage des panicules infectées afin de pouvoir calculer l'incidence

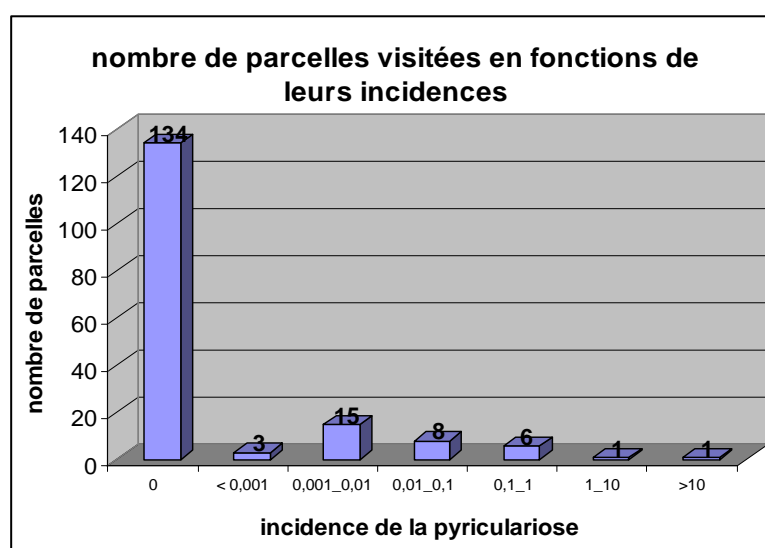


Figure 6 : Histogramme des effectifs des parcelles visitées classées par en fonction de leurs incidences

Nous avons visité en tout 168 parcelles à travers la région du Vakinankaratra. C'est seulement dans 34 d'entre elles que nous avons aperçu des symptômes de la pyriculariose (Fig 6), soit 21 % de l'ensemble des parcelles visitées. En d'autres termes, 79 % des parcelles que nous avons visitées étaient indemnes de la maladie (Fig. 7).

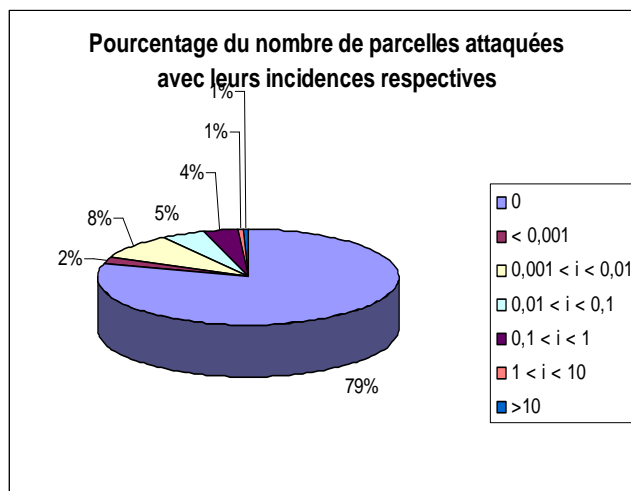


Figure 7 Diagramme en secteur du pourcentage de parcelles attaquées classées en fonction des incidences.

L'identification de ces parcelles touchées par la pyriculariose est donnée en annexe 1 de ce rapport. Il s'avère que les incidences calculées sont relativement faibles. Il existe seulement deux parcelles accusant une incidence supérieure à 1 % dont l'une est à 3,72 % et l'autre à 54,85 %. Ces parcelles sont situées dans la région Est. Les 32 parcelles qui restent ont une incidence comprise entre 0,001 % à 1 %. Autant dire que d'après ces observations, la maladie est présente mais son incidence est assez négligeable. Cependant, nous avons voulu savoir s'il y a une différence des valeurs des incidences entre les zones distinguées de chaque site.

Nous avons donc classé selon chaque site les valeurs d'incidence (voir en Annexe), et nous avons distingué les groupes suivants :

- ❑ groupe A : parcelles attaquées du C1 / Type IV (Annexe 1), commune Andranomanelatra ;
- ❑ groupe B : parcelles attaquées de A1 / Type I (Annexe 1), commune Ankazomiriotra et Mandoto ;
- ❑ groupe C : parcelles attaquées du C5 / Type IV (Annexe 1), Antanifotsy et Atsapanimahazo ;
- ❑ groupe D : parcelles attaquées du C3 / Type 2, Soanindrariny.

Pour cela, nous avons comparé les incidences des parcelles touchées. Pour l'analyse de ces données, nous avons utilisé des tests non paramétriques par le logiciel de traitement de données R.

Tableau 2 : Tests de normalité de A et de B

H0: données A conformes à la loi normale shapiro.test (A) Shapiro-Wilk normality test data: A W = 0.6086, p-value = 0.0002005 <0.05 Décision: On rejette H0 Conclusion: Données non normales	H0: données B conformes à la loi normale shapiro.test(B) Shapiro-Wilk normality test data: B W = 0.898, p-value = 0.3624 > 0.05 Décision: On accepte H0 Conclusion: Données normales
--	--

Le tableau 2 montre deux exemples de ces tests qui concluent que certaines des séries de données ne sont pas normales. Nous avons donc utilisé des tests « non paramétriques » de type « test de Kruskal-Wallis ». Le test Kruskal-Wallis donne une « p-value » égale à 0.07079, ce qui est supérieur à 0,05. On peut donc en conclure qu'il n'y a pas de différence d'incidence entre les 4 groupes.

Discussions

Cette étude est une première dans la réalisation d'un diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra. Certaines exploitations de la région ont déjà été suivies pour la réalisation de diagnostic agronomique et ont constitué le premier échantillonnage comme les parcelles de la commune d'Antsapanimahazo. Dans le reste de la région, il a fallu définir des règles de décision pour déterminer les parcelles à visiter et réaliser un diagnostic représentatif de l'impact de la pyriculariose de la région. Seulement, il nous est arrivé lors des visites sur le terrain que nous n'avons pu inspecter que les parcelles tardives. C'est le cas d'Ankazomiriotra et de Mandoto de la région du Moyen Ouest, qui constitue l'une des grandes zones de l'étude. Il faudrait donc pour l'avenir, outre les itinéraires de visites, faire une cartographie de la précocité des cultures selon les régions pour palier à ce problème. Par ailleurs, nous n'avons effectué qu'une seule visite des parcelles échantillonnées. Il arrive que ce passage soit trop tôt, donc on risque de minimiser l'impact de la maladie. En contre partie, un passage un peu tardif rend parfois difficile la bonne distinction des symptômes. Il serait donc préférable de prévoir 2 dates de passages, qui permettraient en outre de mettre en évidence une évolution de la maladie dans le temps.

Nous avons pu distinguer, lors de cette étude, différentes zones. On pourrait choisir 2 ou 3 localités par zones pour pouvoir faire des répétitions. Dans ce cas, on choisirait un nombre déterminé de parcelles pour avoir des données qui suivent la loi binomiale. Par ailleurs, nous n'avons pas pu déterminer exactement scientifiquement une ou des raisons qui ont fait que la maladie ne s'est pas déclarée cette année. On peut prendre en guise d'exemple la raison variétale. En effet, nous n'avons pas su mettre en place une meilleure stratégie pour mieux identifier les variétés utilisées dans les parcelles visitées. Nous nous sommes basés sur les déclarations des agriculteurs. Lors des traitements des données, nous avons aperçu que ces données ne sont pas toujours fiables les rendant inexploitable. Dans ce cas, davantage de coopération avec les sélectionneurs permettrait de réaliser une vérification des variétés rencontrées. La diffusion de variétés résistantes peut expliquer le fait que la maladie n'a pas pu se déclarer et se développer une année donnée.

Enfin, nous pouvons évoquer le problème du faible nombre de parcelles visitées dans certaines zones. Par exemple, nous n'avons pu visiter que 15 parcelles dans la zone correspondant à la commune d'Antanifotsy. Ceci relève du problème de précocité des cultures de certaines zones que nous avons mentionnées précédemment. Lors de notre passage à cet endroit, les parcelles de riz pluvial étaient majoritairement déjà récoltées.

Conclusions partielles sur les suivis de terrain

L'inspection des 168 parcelles réparties à travers la région du Vakinankaratra a permis de conclure que l'attaque de la pyriculariose sur le riz pluvial est très faible pour cette saison de culture. Seulement 21 % des parcelles ont été atteints de la maladie dont la majorité des attaques est inférieure à 0,1 % (Fig.9) Cependant, on peut dire que la pyriculariose est tout de même présente dans cette région car sa présence a été détectée dans tous les principaux sites.

Par ailleurs, d'après les données recueillies et analysées lors de cette étude, l'incidence de la pyriculariose dans la région du Vakinankaratra est très faible et est relativement égale pour tous les sites. La maladie ne s'étant pas bien déclarée, nous n'avons pas pu mettre en évidence de caractéristiques du milieu ou de systèmes qui influenceraient l'épidémiologie de la maladie.

En contre partie, l'étude a permis de déduire que la pyriculariose n'était pas du tout le problème majeur des riziculteurs pluviaux du Vakinankaratra pour cette année 2007. Cependant, sa présence reste une menace constante pour le riz pluvial d'autant plus que les études antérieures ont montré que ses attaques peuvent engendrer des pertes considérables quand les conditions lui sont favorables.

7 Enquête paysanne

7.1 Problématique et objectif de l'enquête

L'objectif général de l'étude est de réaliser un diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra. Pour ce faire, nous avons effectué un échantillonnage de parcelles à travers cette région. 34 des 168 parcelles inspectées étaient atteintes par la pyriculariose. Mais comme nous l'avons évoqué précédemment, nous avons relevé un problème d'effectif insuffisant de parcelles visitées dans certaines zones. Nous avons donc décidé de compléter l'étude par une enquête qui permettra d'obtenir des renseignements dans un plus grand nombre de cas et d'améliorer la précision des résultats dans ces zones. La réalisation de cette enquête nécessite la mise au point d'une méthode et d'un échantillonnage.

Cependant, nous avons identifié un problème potentiel : Comment être sûr de la connaissance de la pyriculariose par les riziculteurs ? » En effet, nous avons

constaté au cours des suivis sur le terrain qu'il y a parfois une confusion et une incertitude de certains agriculteurs sur ce sujet.

7.2 Méthodologie de l'enquête

Le questionnaire doit comporter des questions dont les réponses permettront d'affiner les résultats de l'étude sur le terrain, notamment dans les cas où l'échantillonnage est faible. Il doit être adapté au contexte et à l'environnement du lieu choisi. L'objectif du questionnaire est en effet d'avoir des données supplémentaires sur la pyriculariose grâce aux informations dont les riziculteurs pluviaux disposent. Pour cela, nous avons formulé des questions dites « fermées ». Ce sont des questions concrètes auxquelles on répond par un oui, par un non, ou par un nombre (voir annexe). Cependant, afin que les enquêtés puissent s'exprimer à leur manière, nous avons également intégré des questions libres, justement sur leurs propres description et perception de la maladie. L'ensemble de ces types de questions permet de faire des recoupements et de vérifier avec l'interlocuteur que nous avons bien enregistré ce qu'ils ont bien voulu exprimer. Ce questionnaire est destiné à un enquête « bénévole ». Nous avons fait en sorte qu'il ne soit ni trop long pour éviter la lassitude de l'interlocuteur et pour ne pas empiéter sur ses heures de travail, ni trop court pour avoir toutes les informations utiles. Les principales informations portent sur :

- connaissances personnelles des enquêtés sur la pyriculariose
 - Connaissent-ils la pyriculariose ? ;
 - d'où viennent leurs connaissances ? ;
 - reconnaissent-ils les symptômes ? ;
 - est-ce que la pyriculariose est présente chez eux ? ;
 - depuis quand ils ont aperçu la pyriculariose ? ;
 - quels moyens connaissent-ils pour lutter contre la pyriculariose ?

- pratiques et itinéraires techniques qu'ils utilisent.

On y trouve des questions sur le nombre et la taille des parcelles, ainsi que les estimations de leur production. Les questions sur le nom et l'origine des variétés, le mode et la nature de la fertilisation utilisée sont fondamentales pour déduire des informations susceptibles d'apporter des précisions sur les résultats du suivi sur le terrain.

7.3 Choix des lieux d'enquête

Nos choix se sont basés sur les critères suivants :

- les localités ou les sites choisis devaient être parmi ceux où nous avons effectué une visite systématique ; nous pourrions ainsi faire le lien entre l'enquête et les suivis sur terrain.
- Ils devaient être localisés dans des zones contrastées

Les localités choisies sont celles où les visites ont été faites de façon systématique. Nous avons décidé d'enquêter en priorité les propriétaires des parcelles inspectées

afin de pouvoir comparer leurs affirmations et ce que nous avons observé sur le terrain. Ensuite, nous avons pris le maximum de riziculteurs pluviaux qui accepteraient de nous recevoir pour réaliser l'enquête. Cependant, il faut préciser que nous avons établi un effectif minimum de 20 parcelles par zone comme objectif de l'enquête.

L'enquête s'est déroulée en 4 temps :

- Prise de contact avec un interlocuteur qui pourrait nous introduire au sein de la communauté villageoise. Une fois le contact établi, nous avons formulé nos souhaits de faire auprès d'eux une enquête sur la culture de riz pluvial dans la région (phase I, Fig. 9). Un rendez-vous a été ensuite convenu sur le lieu et le moment de la future rencontre. Enfin, lors de cette visite exploratoire, il nous a semblé incontournable de s'intégrer au sein de la communauté afin de pouvoir se rendre disponible selon la convenance des enquêtés. Il est nécessaire dans ce cas de trouver un lieu d'hébergement sur place pour la durée de séjour d'entretien ;

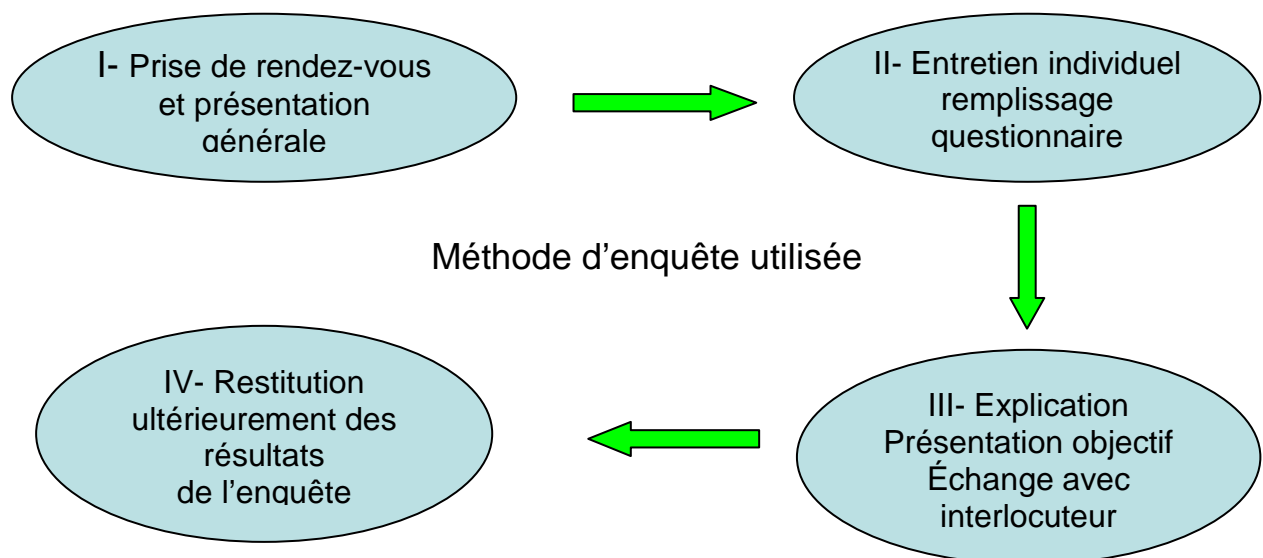


Figure 9 : Schéma synthétique de la méthode d'enquête utilisée

- Au moment convenu de la rencontre, nous avons planifié au préalable avec notre contact sur le lieu l'ordre de passage chez les enquêtés, uniquement selon leurs disponibilités respectives (phase II, Fig. 9). Nous avons rencontré chaque interlocuteur individuellement, c'est-à-dire que nous avons demandé à l'avance pour que chaque riziculteur réponde à sa façon sans l'aide ni la présence d'un tiers. Nous avons procédé comme suit pour chaque entretien :

- dans un premier temps présentation du questionnaire et remplissage, tout en précisant que l'enquêté devrait d'abord répondre aux questions librement.
- dans un second temps seulement, explications sur l'objet du questionnaire. Nous leurs avons bien expliqué la raison pour laquelle nous procédons de telle manière. C'est en effet pour avoir, sans

influence de notre part, leurs propres perceptions sur la pyriculariose. Tous nos interlocuteurs ont respecté cette consigne ;

- une fois le questionnaire rempli, nous avons donné notre propre point de vue sur la connaissance de la pyriculariose (phase III, Fig. 9). Nous avons utilisé des supports matériels pour montrer les symptômes de la pyriculariose. Nous avons emmené pour cela des plants de riz présentant les symptômes typiques de cette maladie, mais également d'autres échantillons avec des symptômes similaires mais différents dus à autres choses que la pyriculariose elle même (exemples : panicules blanches dues aux dégâts des ravageurs dans les racines, ...)

Lorsque les réponses nous semblaient être ambiguës, nous avons demandé confirmation de la part des. En même temps, nous procédons à une prise de notes systématique de toutes les remarques lors de chaque entretien.

- la restitution des résultats auprès de ces agriculteurs enquêtés est une étape à part entière de cette procédure d'enquête (phase IV, Fig. 11).

En ce qui concerne l'analyse des données nous avons utilisé les logiciels EXCEL et WINSTAT pour effectuer le tri et le traitement des données recueillies.

7.4 Caractérisation des sites choisis

Antanifotsy :

La localité d'Antanambao où la réalisation de l'enquête a été effectués se trouve à 3 km du Chef lieux de la Commune d'Antanifotsy dont les coordonnées géographiques sont enregistrées par le GPS sont : 47° 19' Longitu de Est et 19° 38' Latitude Sud ? Le site se trouve aux environs de 1 500 m d'altitude et cette zone est caractérisée par un régime pluviométrique à 2 maxima (décembre et mars) et relativement faible de 1200-1300 mm par an. La station météorologique d'Antanifotsy gare a enregistré une pluviométrie annuelle moyenne de 1 335 mm dans cette zone (DRDR 2003). Les températures moyennes annuelles sont de 16°C – 17°C . Le sol est de type ferralitique jaune rouge

Soanindrariny :

La localité de Manarintsoa Sud se trouve à 4 km au sud est du Chef lieux de la commune de Soanindrariny. Les coordonnées géographiques enregistrées par GPS sont : 47° 14 Longitude Est et 19° 52 Latitude Sud . Le site se trouve aux environs de 1 800 m d'altitude et cette zone est caractérisée par une pluviométrie moyenne de 1350 mm par an et des températures moyennes de 16° C. Le sol est de type association sols ferralitiques rouge / jaune rouge.

Dans les deux sites d'enquête, nous avons pu interroger au total 37 personnes qui représentent un effectif d'échantillon de 66 parcelles enquêtées. Il arrive en général qu'une même personne possède deux parcelles de riz pluvial, notamment sur le site de Soanindrariny. Dans ce cas, comme il s'agit d'une enquête concernant l'état des

parcelles par rapport à la pyriculariose, nous avons considéré une personne ayant deux parcelles comme deux enquêtés. De cette manière, nous avons récolté deux jeux de données auprès d'une seule personne, ce qui représente un gain de temps précieux lors des enquêtes.

Nous pouvons déduire de ce premier résultat que la taille moyenne des parcelles du riz pluvial au site de Soanindrariny est supérieure à celle d'Antanifotsy. Ce résultat est pris en compte pour les calculs des rendements, et permet de déduire une information sur la sévérité de la maladie qui est donnée par l'estimation des agriculteurs eux-mêmes.

Tableau 3 : Nombre de personnes interrogées et le nombre et surfaces des parcelles

	Nombre de personnes enquêtées	Nombre de Parcelles enquêtées	Moy. nombre parcelle par personne	Surface moyenne par personne (m ²)
SOANINDRARINY	18	36	2	1850
ANTANIFOTSY	19	30	1 à 2	1100

7.5 Bilan sur la connaissance de la pyriculariose.

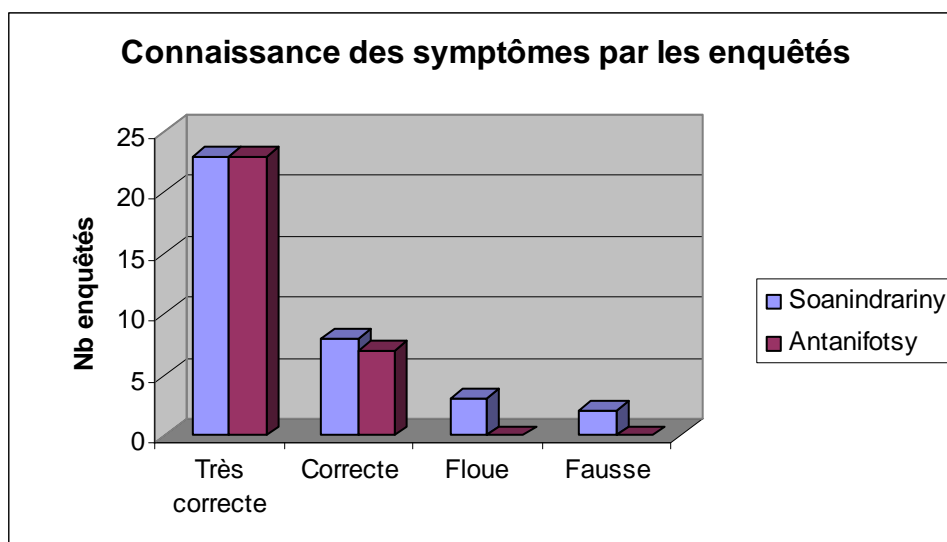


Figure 10 Histogramme sur la connaissance des symptômes de la pyriculariose

En ce qui concerne la connaissance de la pyriculariose par les riziculteurs, nous pouvons dire que les riziculteurs d'Antanifotsy connaissent assez bien les symptômes de la pyriculariose. En effet, aucune fausse réponse n'a été enregistrée en ce qui concerne la description des symptômes pas les enquêtés eux-mêmes. Dans ce cas, on peut se fier à leurs réponses en ce qui concerne la présence ou l'absence de la maladie dans leurs parcelles. Pour Soanindrariny, nous avons enregistré 5 mauvaises réponses ou ambiguës. Cela nous donne un aperçu de la connaissance de la maladie auprès des riziculteurs. Une réponse est considérée correcte quand la description des symptômes est également correcte. Elle est très correcte quand l'enquêté donne des détails sur les symptômes permettant de distinguer la maladie d'autres ravageurs avec lesquels elle est souvent confondue.

Elle est dite « floue » justement quand il y a ambiguïté vis-à-vis de ces autres ravageurs aux symptômes proches. Cependant, nous pouvons dire que dans la plus grande majorité, la connaissance des symptômes de cette maladie par les riziculteurs s'arrête au niveau de la pyriculariose paniculaire. Aucun des enquêtés ne connaissait les symptômes de la pyriculariose foliaire ou encore la pyriculariose nodale. Personne n'a mentionné d'information sur l'agent pathogène responsable ni sur les conditions d'apparition et de développement de la maladie. Parmi les enquêtés, certains ont fait remarqué que l'incidence de la maladie était plus importante sur les lieux d'entreposage du fumier sur le sol. Ils ont fait également le rapport entre une culture dense et le développement de la maladie. Dans d'autres cas, certains agriculteurs ont remarqué qu'il y avait plus d'attaque de la maladie quand ils ont utilisé du NPK et du lisier de porc. En général pour cette étude, on peut dire que la connaissance et la reconnaissance des symptômes paniculaires suffisent pour la validité des données, d'autant plus que 61 réponses sur 66 sont justes.

7.6 Bilan sur la connaissance des moyens de lutte contre la pyriculariose

Aucun des enquêtés n'a donné une réponse catégorique sur la connaissance des moyens de luttres cote la pyriculariose. Tout le monde a affirmé être démuni face à la pyriculariose. Ils ont surtout réclamé une solution de type chimique : ils ont demandé s'il existe de produit, notamment chimique qui leur permettrait de lutter contre cette maladie. Cependant, compte tenu de leurs propres observations sur le terrain, ils ont procédé à des moyens de luttres cultureux tout aussi efficaces. Ils ont ainsi raisonné par exemple l'apport de fumier pour contrôler le *Matifotsy* car ils ont conclu que c'est l'excès de fertilisation qui nourrit cette maladie (Cette dernière se développe surtout là où on a déposé le fumier, donc, là où il y a trop de fertilisation). La réduction de la densité de semis apparait comme une possibilité de lutte car il y a plus de maladie quand la culture est trop dense. Enfin, certaines personnes ont remarqué que la variété traditionnelle qu'ils reprennent depuis quelques saisons, notamment la variété « FOFIFA 133 » est de plus en plus attaquée par la maladie, et que les pertes de rendements augmentent considérablement d'une année à l'autre. Parallèlement, ils ont constaté qu'une nouvelle variété « *TSIPOLITRA* » qui commence à circuler entre les riziculteurs est indemne de la pyriculariose et que en plus, elle se prête bien au climat en altitude des sites visités. Le rendement est meilleur.

Bilan sur la sévérité de la pyriculariose dans les parcelles d'enquête

On peut dire d'après la figure 11 que la pyriculariose était bien présente dans les parcelles pour cette saison de culture. 22 parcelles sur 36 étaient attaquées sur Soanindrariny et 13 sur 30 à Antanifotsy.

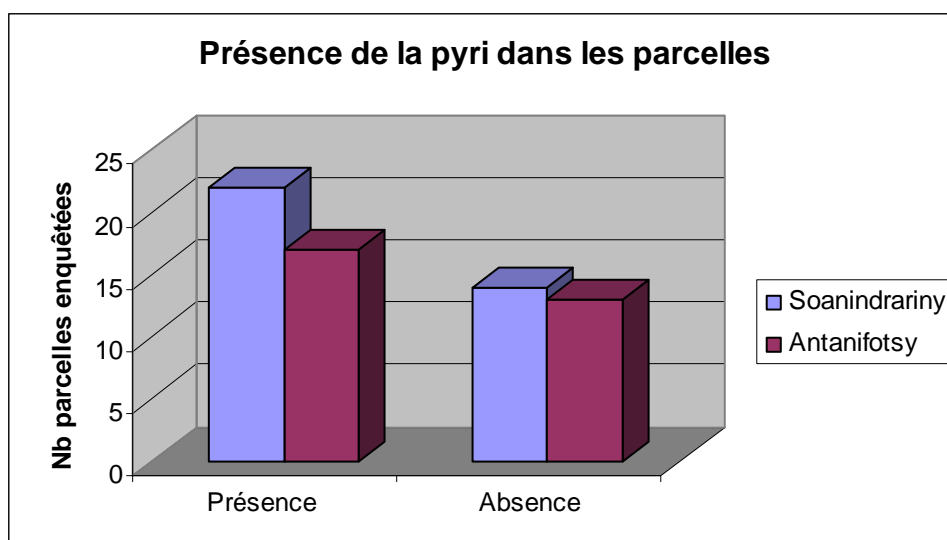


Figure 11 Histogramme de la présence et absence de la maladie dans les parcelles

D'après la figure 12, la sévérité de la maladie est très différente entre les deux sites. Il existe des parcelles fortement attaquées dont les pertes estimées sont presque à 100 % bien qu'elles sont peu nombreuses dans les deux localités. Le nombre des parcelles est plus élevé vers la classe des sévérités nulles et à moins d'un quart de perte, le graphique suit une tendance : il y a de moins en moins de nombre de parcelles au fur et à mesure que la sévérité augmente.

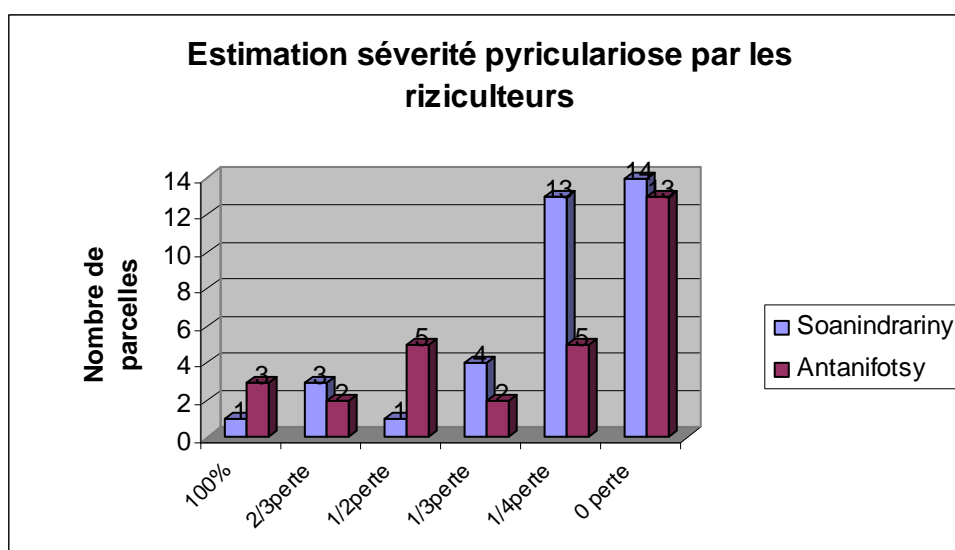


Figure 12 Histogramme des parcelles classées selon l'échelle de sévérité

Tableau 4: Pourcentage des effectifs de parcelles selon la classe de sévérité

% effectif	100%	2/3perte	1/2perte	1/3perte	1/4perte	0 perte
Antanifotsy	10	7	17	7	17	43
Soanindrarinny	3	8	3	11	36	39

Le tableau 4 montre que seulement 39 % des parcelles enquêtées sont indemnes de la maladie à Soanindrarinny contre 43 % à Antanifotsy. En d'autres termes, il y aurait

un plus grand nombre de parcelles attaquées à Soanindrariny qu'à Antanifotsy. Cependant, en termes de sévérité, d'après les estimations par les agriculteurs et ces pourcentages, on pourrait dire que la maladie est plus sévère à Antanifotsy qu'à Soanindrariny. En effet, on a 75 % des parcelles de Soanindrariny à moins de un quart de perte contre 60 % pour Antanifotsy. Cela voudrait dire que seulement 25 % des parcelles auraient une perte supérieure ou égale à un quart du rendement à Antanifotsy.

7.7 Bilan sur les rendements

Tableau 5 : Différentes valeurs des estimations des rendements

Rendement (T/ha)	Réel	Espéré	Perte	Perte Pyri
Antanifotsy	1,4	3,1	1,7	0,78
Soanindrariny	1,3	4,7	3,4	0,4

Dans le questionnaire, nous avons demandé aux enquêtés l'estimation de leurs productions réelles par parcelle, l'estimation des productions espérées, ainsi que les estimations des pertes dues à la pyriculariose. C'est ainsi que nous avons pu calculer ces estimations de rendements en sachant les surfaces de chaque parcelle. D'après ce tableau, on peut dire qu'à Antanifotsy, la pyriculariose semble responsable d'une perte de 0,78 t/ha sur une perte moyenne de 1,7 t/ha par rapport aux rendements espérés. Ceci équivaut à 46 % des pertes causées par la maladie. La pyriculariose n'est donc pas la seule contrainte subie par la riziculture pluviale. L'enquête a révélé également les problèmes d'ordre climatique (les cyclones successifs, puis sécheresse), ainsi que des problèmes d'attaques de ravageurs tels que *Heteronychus plebeijus*. A Soanindrariny, les pertes s'élèvent à 3,4 t/ha dont 0,4 t/ha dues à la maladie soit une perte de 13 %. Le problème du riz pluvial dans cette région est surtout d'ordre climatique pour cette saison de culture.

7.8 Discussions

Notre étude a permis de confirmer la bonne connaissance des agriculteurs pour la pyriculariose car presque la totalité des personnes enquêtées savent en reconnaître dans leurs champs les symptômes. Ensuite, ils enrichissent leurs connaissances souvent avec des échanges d'expérience. Cependant, ils montrent un intérêt certain quant au programme de sensibilisation concernant l'agriculture. En effet, lors de la restitution de nos résultats d'enquête, ils participent activement, et sont très coopérants. Ils ont bien ciblé le problème mais attendent une solution quasi instantanée. Dans notre cas, ils ont beaucoup apprécié les conseils de pratiques culturales pour lutter contre la maladie, mais ils attendaient souvent également qu'on leur fournisse directement des semences traitées ou résistantes. Par ailleurs, nous avons constaté que malgré leur bonne connaissance, ils ne font pas la distinction des effets et les surestiment peut-être. L'évaluation des pertes semble en effet très importante par rapport aux observations que nous avons réalisé dans les parcelles. Mais les résultats obtenus auprès de ces agriculteurs fournissent tout de même des informations. Nous avons pu, par exemple, faire ressortir le fait que la commune

d'Antanifotsy enregistre d'après les résultats des estimations données par les riziculteurs eux-mêmes, une sévérité dont la valeur est au dessus de celle de Soanindrariny. Nous ne pouvons pas dire que ceci est statistiquement significatif, mais en revanche, nous avons recueilli des informations intéressantes sur la pratique commune de l'auto semence, dans ces sites. Antanifotsy est une zone rizicultrice plus ancienne que Soanindrariny, les variétés utilisées sont également plus anciennes. Elles étaient plus sensibles à la maladie que les nouvelles variétés introduites à Soanindrariny plus récentes.

7.9 Conclusions partielles et perspectives

L'enquête effectuée lors de cette étude a confirmé la présence de la pyriculariose. Son incidence et sa sévérité ne sont pas importantes dans les deux sites pour cette année. La maladie ne constitue donc pas la contrainte majeure du riz pluvial pour cette année. Les riziculteurs sont très coopératifs, et une perspective de travail en commun auprès d'eux peut être assez bénéfique. Avec la mise au point d'un protocole de travail, cette coopération pourrait être mise en place réellement. D'ailleurs, ces deux sites peuvent faire l'objet d'un réseau de suivi et de surveillance. Une étude variétale plus poussée dans ces sites peut donner lieu à un test de significativité du résultat selon lequel, Antanifotsy étant une plus ancienne zone cultivatrice de riz pluvial que Soanindrariny, elle enregistre une sévérité plus élevée de la maladie. On peut en déduire que :

- ❑ L'utilisation des anciennes variétés devenues sensibles favorise le développement de la maladie.
- ❑ Il y a un problème de diffusion et de vulgarisation des solutions déjà proposées dans cette zone, les informations n'étant pas arrivées jusqu'à la localité où nous avons effectué les entretiens

Il faut être critique par rapport aux chiffres avancés lors de ces entretiens, ils sont parfois surestimés surtout lorsqu'il s'agit d'estimer les pertes de rendement. En effet, lors du suivi terrain, nous avons enregistré une sévérité de l'ordre d'environ 5%, estimé à plus 90 % par l'agriculteur. Les attaques que nous avons remarquées lors de notre passage étaient plus d'ordres climatiques. (5 % de panicules blanches réparties sur toute la parcelle peuvent être plus spectaculaires que sévères)

8 Conclusion générale

Les activités de recherches menées par l'URP-SCRiD sont destinées à assurer l'accompagnement agronomique et économique de l'évolution de la riziculture pluviale à Madagascar et notamment sur les Hautes Terres. La région du Vakinankaratra située dans les Hautes Terres malgaches est une zone de prédilection pour le développement de la riziculture pluviale. Ce développement qui se doit d'être durable passe par la capacité de ce système de culture à limiter les ennemis naturels dont la pyriculariose est l'un des plus redoutables. Ce sont les raisons pour lesquelles des projets d'études ont été effectués justement pour promouvoir des moyens de lutte contre cette maladie. Mais pour que ces moyens de luttés soient efficaces et optimums, il est indispensable de bien définir les conditions

du milieu afin de prendre les décisions les plus adéquates. L'étude sur le « diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra » est donc nécessaire car cela permettrait de hiérarchiser les facteurs et conditions locales, donc de définir les actions prioritaires à prendre en matière de conseil technique ou de programmes expérimentaux. Pour ce faire, un travail de suivi de terrain a été effectué pour déterminer l'incidence de la maladie dans la région. Il a été suivi d'une enquête pour avoir des informations complémentaires. L'ensemble des résultats ont permis de conclure que :

- ❑ La pyriculariose est bien présente dans les parcelles de riz pluvial de la région du Vakinankaratra.
- ❑ Son incidence est faible pour cette saison de culture mais elle reste une réelle menace pour cette culture dans cette région.
- ❑ Les conditions climatiques défavorables au développement du riz pluvial étaient la contrainte majeure empêchant la maladie de s'exprimer.
- ❑ Les résultats de l'enquête ont confirmé les résultats des suivis. Une perspective de travail avec les riziculteurs locaux est envisageable pour constituer des parcelles et de réseau de surveillance de la maladie pour estimer les risques potentiels de la maladie dans les conditions paysannes.

L'échantillonnage peut être amélioré par l'intégration du facteur précocité du riz dans chaque zone. L'étude a permis en outre de mettre en évidence différentes zones de distribution du riz pluvial dans le Vakinankaratra selon les critères pédoclimatiques. La maladie ne s'étant pas bien déclarée, le travail de diagnostic n'a pas pu hiérarchiser ces conditions qui sont toutes potentiellement favorables au développement de la maladie. Cependant, le travail de diagnostic de l'incidence de la pyriculariose reste indispensable dans l'optique d'améliorer les moyens de luttés. Les travaux d'amélioration variétale suivent leur cours, mais le réseau de surveillance qu'on peut mettre en place grâce à ce travail reste indispensable pour réagir rapidement aux adaptations du pathogène.

Références bibliographiques

- AKATOR S.K., 1981. Méthodes de lutte contre la pyriculariose du riz au Togo. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT (Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agriculture tropicale), Montpellier. : 45-50.
- ANDRIANARISOA B., 1970. *La pyriculariose du riz*. Mémoire de fin d'étude, ESSA, Département Agriculture, Université d'Antananarivo, 93p.
- ANDRIANTSIMALONA D., 2004. *Les maladies du riz sur les Hautes Terres*, FOFIFA, 4 p.
- ANGLADETTE A., 1966. *Le riz*, Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 930p.
- AWODERU V.A., OJOMO, 1981, *Sélection et analyse génétique de variétés de riz résistant au Nigeria*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier, 205-216.
- CHAUVIGNE V., 2005. *Enjeux et perspectives du développement de la riziculture pluviale à Madagascar*. Mémoire de DESS Pratiques Sociales du Développement « Actions de développement locales et sectorielles », Université de Paris 1, Paris. 115p.
- CHEVAUGEON J., MAKOUNZI J.A., 1981. Variabilité de *Pyricularia oryzae* en Afrique de l'Ouest. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier : 45-67.
- DAOULE, 1981. *Comportement de riz*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier, 117p.
- DPV-GTZ., 1990. *Pyriculariose du riz/ Menalavitra. Fiche technique de la protection de la culture*. Madagascar, Fiche N°2, 5p.
- GUYOU C., 2003. *Etude diagnostic de la situation agraire de la région d'Antsirabe I*. Mémoire de DESS, Université de Paris 1 INAP-G, 67p.
- HARI K., 1997. *Systèmes améliorés de riziculture pluviale*, FAO, (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et Agriculture) Rome, 119p.
- MEYNARD J-M., DAVID G., 1992, *Diagnostic de l'élaboration du rendement des cultures. Cahiers Agricultures*, 1 : 9-19.
- NOTTEGHEM J-L., 1981. Analyse des résultats d'inoculation des 67 variétés de riz par 15 souches de *Pyricularia oryzae*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier. : 75-94.
- OU SH., 1981, Variabilité pathogène de *Pyricularia oryzae*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier. : 167-172.
- OU SH., 1985. *Rice Diseases*. Cambrian News, Deuxième édition, 370 p.
- RATSIMBA R., 2005. *La Pyriculariose du riz dans la région du Vakinankaratra : incidence et contrôle*. Mémoire de fin d'étude, Filière Sciences Agricole, ASJA (Athénée Saint Joseph Antsirabe), 41p.
- ROGER CORBAZ, 1990. *Principe de phytopathologie*. Presses polytechniques, Universitaires Romandes, 255p.
- SERE Y., 1981. La lutte contre la Pyriculariose en Haute Volta. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier. : 51-66
- UPDR/FAO, 2000. *Diagnostic et perspectives de développement de la filière riz à Madagascar*. 91 p.

Annexe 1 : Les différentes parcelles attaquées par la pyriculariose et leurs incidences

Parcelles	Identification	Groupe	panicules infectées	panicules tot	Incidence
Andranomanelatra Fiadanana	fiadanana	A	7700	1625000	0,8482
Andranomanelatra fandrindrano	23		10916	3250000	0,3358
Andranomanelatra fandrindrano	24'		1	27500	0,0036
Andranomanelatra magasin	magasin		2	6875	0,029
Andranomanelatra magasin	magasin		2	27500	0,0072
Soanindrariny Ambohitra	20'		15	56875	0,0263
Soanindrariny Ambohitra	21'		2	56875	0,0035
Soanindrariny	adj.maire1		3	687500	0,0004
Soanindrariny	adj.maire2		14	825000	0,0016
Soanindrariny Ambatomainty			1	125000	0,0008
Vinaninkarena					
Ampandrotrarana	28		1	17187,5	0,0058
Antanifotsy	41		2	112500	0,0017
Antanifotsy Antanambao	A		2	16666	0,012
Antanifotsy Antanambao	B		868	23333	3,72
Antanifotsy Mahalavaolona	I		6	25000	0,024
Antanifotsy Mahalavaolona	II		2	37500	0,0053
Antanifotsy Mahalavaolona	III		3	31250	0,0096
Antanifotsy Mahalavaolona	IV		15	100000	0,015
Antanifotsy Mahalavaolona	V		10	100000	0,01
Antsapanimahazo	p23		74	225000	0,0328
Antsapanimahazo	p25		2	60000	0,0033
Antsapanimahazo	p26		9	450000	0,002
Antsapanimahazo	p27		2	146000	0,0013
Antsapanimahazo	p31		2	442000	0,0004
Antsapanimahazo	p44		33	500000	0,0066
Antsapanimahazo	p25'		73	30000	0,2433
Antsapanimahazo	p43		96000	175000	54,85
Antsapanimahazo	22		2	18000	0,0111
Ankazomiriotra Antanetikely Ma.	44		4	262500	0,0015
Ankazomiriotra Antanetikely Ma.	46		10	56250	0,0177
Vinany Mazoto Amparihy	51		365	325000	0,1125
Ivory	17		188	65000	0,2901
Ivory	18		80	43333	0,1846
Ivory	19		7	18750	0,0363

Annexe 2 : Noms de enquêtés ainsi que les valeurs des sévérités des parcelles.

Nom	Village	Prod (kg)	Perte(kg)	Pert_pyr	Sévérité	% sévér
RAJERISON N. J. E.	1	200	300	0	0	0
RAZAFINIARIVO PERPETUE	1	150	150	0	0	0
RAZAFINIARIVO PERPETUE	1	150	150	0	0	0
RAKOTONDRAISOA BASILE	1	400	100	0	0	0
RASOANAIVO THEODORE G.	1	20	30	30	0,6	60
RAKOTOARISOA PHILIBERT	1	100	100	100	0,5	50
RAKOTOARISOA PHILIBERT	1	75	75	75	0,5	50
RAZAFIMAHATRATRA J.	1	200	300	100	0,2	20
RASOAMANALINA J.	1	50	350	100	0,25	25
RASOAMANALINA J.	1	100	300	150	0,375	37,5
RASOAMANALINA J.	1	50	150	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	0	400	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	170	1000	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	0	1000	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	170	400	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	400	3000	0	0	0
RASOANOMENJANAHARY	1	300	700	50	0,05	5
RAZAFISAONA RENE	1	120	40	20	0,125	12,5
RAZAFISAONA RENE	1	40	200	60	0,25	25
RAZAFISAONA RENE	1	80	80	40	0,25	25
RAZAFISAONA RENE	1	120	40	20	0,125	12,5
RABENJANAHARY	1	150	50	25	0,125	12,5
RAKOTOTMANANTSOA L.	1	50	450	400	0,8	80
RAKOTOTMANANTSOA L.	1	25	450	0	0	0
RAKOTOSON ALBERT	1	50	150	10	0,05	5
RAKOTOSON ALBERT	1	25	75	5	0,05	5
RAKOTONIAINA J. B.	1	120	80	20	0,1	10
RAKOTONIAINA J. B.	1	40	40	10	0,125	12,5
RAHARIMAHEFA AURELIE	1	160	240	0	0	0
RAHARIMAHEFA AURELIE	1	40	200	50	0,20833	20,83333
RAKOTOARIVELO J. B.	1	100	50	0	0	0
RAKOTOARIVELO J. B.	1	150	50	30	0,15	15
RAKOTOARIVELO J. B.	1	50	25	12,5	0,16667	16,66667
RANDRIANANTOAVINA J. P.	1	560	40	0	0	0
RAZAFIARISOA HELENE	1	30	270	90	0,3	30
RAZAFIARISOA HELENE	1	30	570	90	0,15	15
RAZANATSOA JULIETTE	2	12	460	30	0,06356	6,355932
RAZANATSOA JULIETTE	2	240	0	2,4	0,01	1
RAZANATSOA JULIETTE	2	240	0	2,4	0,01	1
SOLOHERY DIEUDONNE	2	80	0	0	0	0
SOLOHERY DIEUDONNE	2	80	0	0	0	0
SOLOHERY DIEUDONNE	2	80	0	0	0	0
ANDRIAMANANTSOA J. L.	2	5	100	0	0	0
ANDRIAMANANTSOA J. L.	2	5	100	0	0	0
FRERE JEAN GUY	2	3	0	0	0	0
RAKOTOAROMANANA C.	2	1,5	50	50	0,97087	97,08738
RAKOTOAROMANANA C.	2	1,5	50	50	0,97087	97,08738
RAKOTOMAMAONJY A.	2	16	40	20	0,35714	35,71429
RAKOTOMAMAONJY A.	2	150	0	0	0	0
RAKOTONDRABE JUSTIN	2	15	235	100	0,4	40
RAKOTONDRABE JUSTIN	2	80	0	5	0,0625	6,25

RAKOTONDRABE JUSTIN	2	50	200	100	0,4	40
RANDRIAMINTANTSOA D.	2	30	70	30	0,3	30
RAZANADRASOA V.	2	8	150	50	0,31646	31,64557
RAMIARAMANANA	2	10	0	0	0	0
HENRIETTE	2	180	0	0	0	0
RAKOTOSOLOFO ALFRED	2	100	0	1	0,01	1
RAOBISELY RENE	2	100	0	0	0	0
RAOBISELY RENE	2	100	0	0	0	0
RANDRIANASOLO	2	50	400	200	0,44444	44,44444
RAKOTONDRAMELINA E.	2	50	150	75	0,375	37,5
ETIENNE	2	70	140	0	0	0
RANDRIAMIARISOA J.	2	10	70	40	0,5	50
RASOLOFOMBOHANGY	2	8	450	250	0,54585	54,58515
RAZAFINDRAMAVO	2	750	0	0	0	0
RAKOTOMANDIMBY	2	8	400	400	0,98039	98,03922